

L'énergie nucléaire

En France

Amélie Verdier
Guillaume Brioude



Crédit image : Jason Blackeye

Introduction

Première source de production d'énergie en France, fruit d'une science militaire convoitée, le nucléaire ne pose rien de moins que la question de l'avenir énergétique de notre pays, de sa défense nationale et d'une partie de son économie. Les passions se déchaînent sur la question d'arrêter la construction des centrales, la recherche sur l'énergie atomique. Le nucléaire n'est pour le moment pas une énergie pérenne, encore moins propre, mais fait de la France l'un des pays où l'énergie est la moins cher et où les rejets de CO² sont les plus faibles dans le domaine de la production d'électricité.

Au travers de cette enquête, nous vous proposons de mieux comprendre l'implantation du nucléaire en France, ses promesses d'avenir, ses impasses, et les dangers qu'il représente.

Table des matières

Introduction	2
Installations nucléaires	6
Fonctionnement d'une centrale nucléaire	8
Volet écologique	11
Le nucléaire n'est pas propre	12
Le nucléaire n'est pas renouvelable	14
Volet économique	16
Création d'emplois	16
Efficience	17
L'EPR de Flamanville	18
Ailleurs	20
Niveaux de danger	24
Éviter la catastrophe	24
Zone de sécurité	26
Bibliographie	IV

Espaces du nucléaire

C'est entre 1955 et 1956 que les trois premiers réacteurs nucléaires français sont construits sur le site de Marcoule. Entre 1971 et 1985 il ne s'est pas écoulée une année sans qu'un réacteur soit en construction sur le territoire français. La catastrophe nucléaire de Tchernobyl a freiné cette expansion, mais survient le premier choc pétrolier qui va poser la question de l'indépendance énergétique en France et relancer la construction des réacteurs. Ainsi, pour la seule année 1975, va débuter la construction de 12 réacteurs sur les sites de Dampierre, Tricastin et de Gravelines, le plus grand site avec 6 réacteurs en activité.

Les premiers sites nucléaires que sont Marcoule, Chinon et Brennilis sont aujourd'hui fermés. En tout, ce sont 13 réacteurs qui ont été arrêtés définitivement entre 1968 et 2010. Le dernier réacteur mis à l'arrêt est le "Phénix" de Marcoule, ce qui fait de Fessenheim la plus vieille centrale en service avec ses deux réacteurs connectés au réseau en 1978. Son arrêt est sans cesse repoussé et aujourd'hui planifié pour 2020. Chooz est le site le plus vieux encore en service : il a reçu son premier réacteur, aujourd'hui à l'arrêt, en 1962. C'est aussi lui qui accueille les deux derniers réacteurs mis en service en France. Avec ceux de Civaux, ils sont les réacteurs les plus puissants du parc français et bientôt dépassés par la nouvelle génération à Flamanville, nous y reviendrons¹.

¹ [WIK7] - cf. annexe Bibliographie

Installations nucléaires

La production électrique en France repose à plus de 70% sur le nucléaire. L'énergie est produite sur les 19 sites nucléaires appartenant à EDF. Sur ces différentes places sont activés un total de 58 réacteurs de différentes puissances¹ :

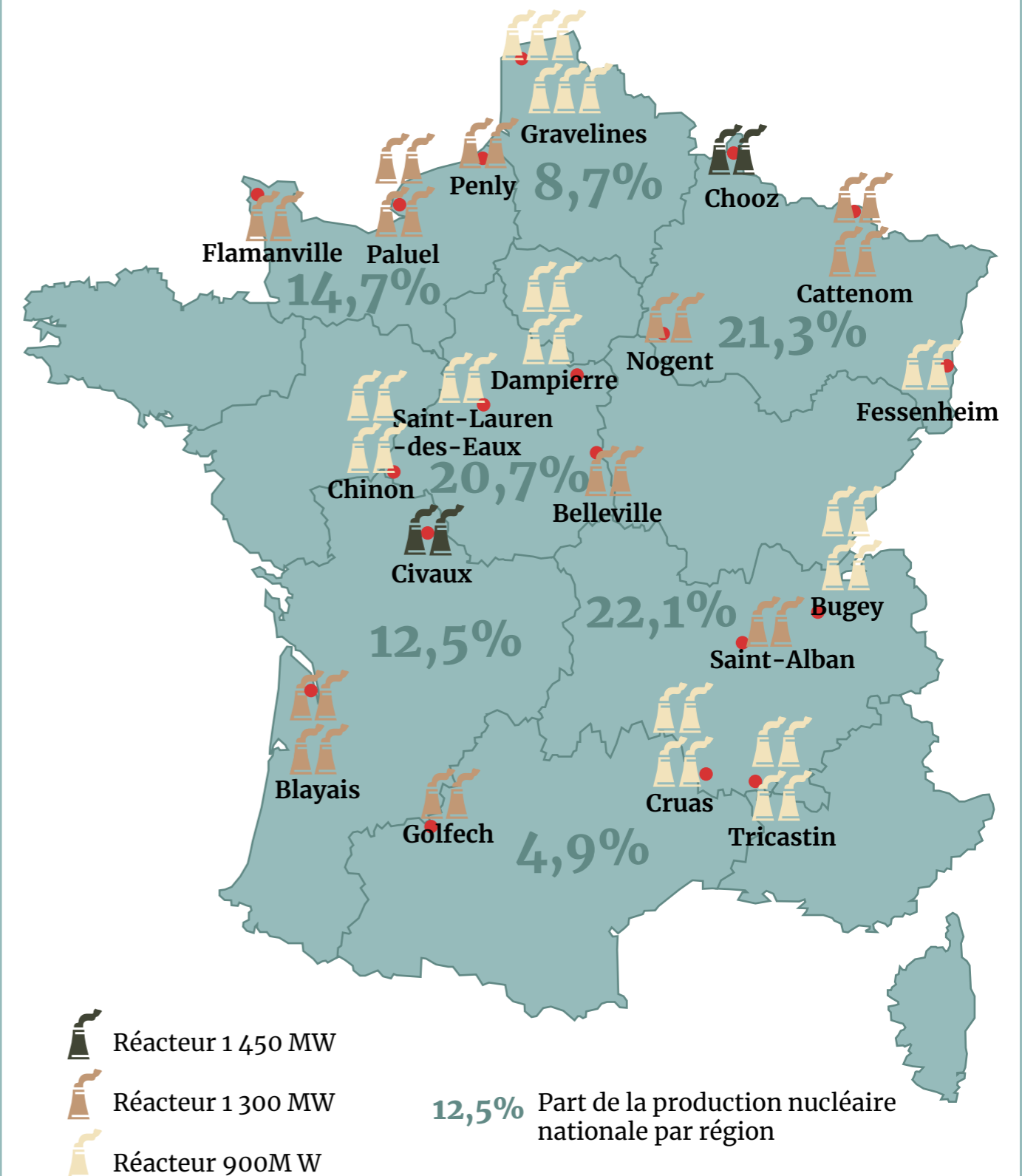
- 34 produisent une puissance électrique d'environ 900 MWe : un seul de ces réacteurs peut alimenter près de 500 000 foyers ;
- 20 produisent une puissance électrique d'environ 1 300 MWe ;
- 4 derniers ont une puissance d'environ 1450 MWe.

Un 59^{ème} réacteur (de type EPR) est actuellement en construction à Flamanville. Il devrait développer une puissance électrique de l'ordre de 1 600 MWe.

Un 59ème réacteur de nouvelle génération est actuellement en construction à Flamanville. Il devrait développer une puissance électrique de l'ordre de 1 600 MWe.

¹ [EDF1] - cf. annexe Bibliographie

Carte des réacteurs et sites nucléaires en 2018



Fonctionnement d'une centrale nucléaire

Tous les réacteurs de ces 19 centrales utilisent la même technologie REP (réacteur à eau pressurisée), hormis celui de Flamanville, en construction, qui utilisera la nouvelle norme EPR qui pour le même fonctionnement garantit une plus grande sécurité.

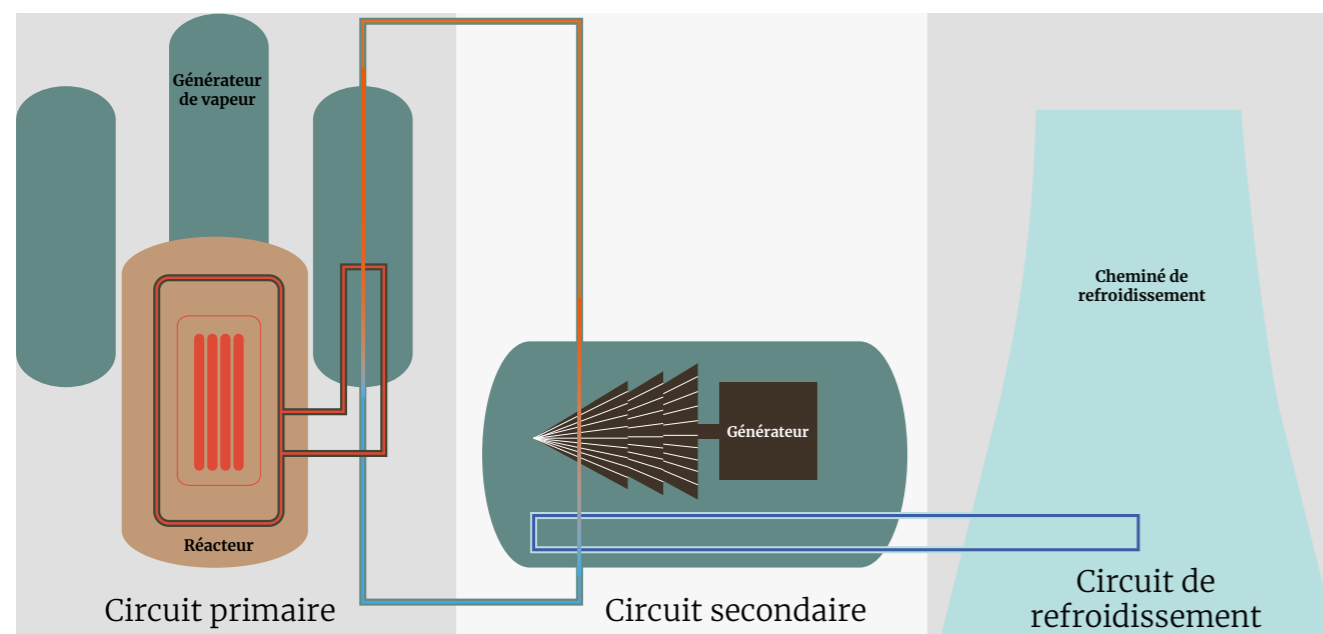
Comme pour une grande part des installations de production d'électricité, l'énergie est produite en faisant tourner un alternateur. Cet alternateur est en général actionné par de l'eau, liquide pour les barrages hydroélectrique, et sous forme de vapeur dans les centrales thermiques comme les centrales nucléaires. L'eau est chauffée pour de-

venir vapeur qui sous pression actionne des turbines et leur alternateur.

Dans le circuit d'eau primaire, l'eau est chauffée par le combustible qui dans le cas des centrales REP est de l'uranium. Ce métal est chauffé par une réaction physique, la fission nucléaire : les composants de la matière uranium sont rendus instables provoquant leur éclatement en chaîne et générant ainsi de la chaleur. L'eau sous pression présente autour du réacteur est chauffée à 300 degrés. Sans se transformer en vapeur, elle va, en passant dans le généra-



Carte des réacteurs et sites nucléaires en 2019



teur de vapeur, à son tour chauffer l'eau du circuit secondaire qui elle va devenir vapeur et entraîner la turbine et son alternateur. Le circuit de refroidissement va refroidir et ainsi liquéfier l'eau qui va par des pompes regagner le générateur de vapeur pour un nouveau cycle¹.

Le combustible des centrales nucléaires est composé de pastilles de 7 grammes d'uranium. Traitées, elles peuvent chacune libérer autant d'énergie qu'une tonne de charbon². Ces pastilles sont placées dans des tubes appelés crayons. Un ensemble de crayons forme un assemblage de combustible. Trois assemblages sont déposés dans un réacteur pendant 4 à 5 ans, soit un total 2,2 tonnes d'uranium³. Tous les ans, un assemblage est retiré du réacteur et placé dans une piscine d'eau pour refroidir⁴.

- 1 [EDF4] [CON2]- cf. annexe
Bibliographie
2 [CEA]
3 [ORA]
4 [EDF2]

Nucléaire pour le développement durable ?

Volet écologique

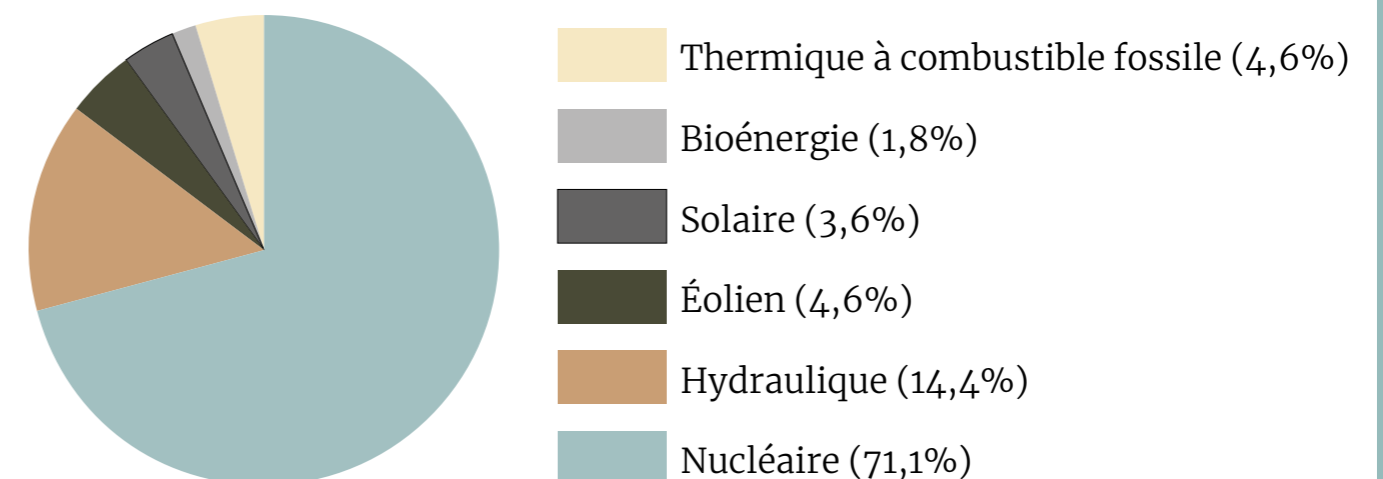
Grâce au nucléaire, la France est "climato-compatible", tous les jours et chaque heure de l'année. En effet, le coup de force du nucléaire, c'est sa rentabilité. Il représente seulement 47,2% de la puissance installée pour produire 71,1% de l'électricité du pays. Il ne rejette pas de CO2 ce qui permet à la France d'avoir 93,6% de sa production électrique décarbonée¹.

En juin 2019, l'énergie nucléaire représentait 71,1% de la production d'électricité en France.

C'est loin devant les moyens de production renouvelables (22,6%) comme l'hydraulique, l'éolien ou encore le solaire. Loin aussi devant l'utilisation du fioul, du gaz et du charbon dans les centrales thermiques à combustible fossile (4,6%). Enfin, la bioénergie (qui n'est pas nécessairement renouvelable) est le résultat de la combustion des déchets ménagers, du biogaz et autres combustibles solides comme le bois.

¹ [RTE2] - cf. annexe Bibliographie

Création d'énergie en juin 2019



Source : RTE

Le nucléaire n'est pas propre

Le nucléaire n'est pas une énergie propre. Elle est certes décarbonée (elle n'engendre pas de rejet de CO2), mais produit des déchets. Une fois la réaction en chaîne de l'uranium débutée, rien mis à part le temps ne va pouvoir stabiliser le métal en fission. Une fois sorti du réacteur, l'uranium et les autres matières produites par la fission sont refroidis pendant un an dans un bassin d'eau avant d'être stocké dans un centre spécialisé. Durant tout ce temps, ce mélange de matière émet de la radioactivité et cela jusqu'à ce qu'il se soit stabilisé. Enfin, toutes ces matières ne se stabilisent à pas à la même vitesse¹.

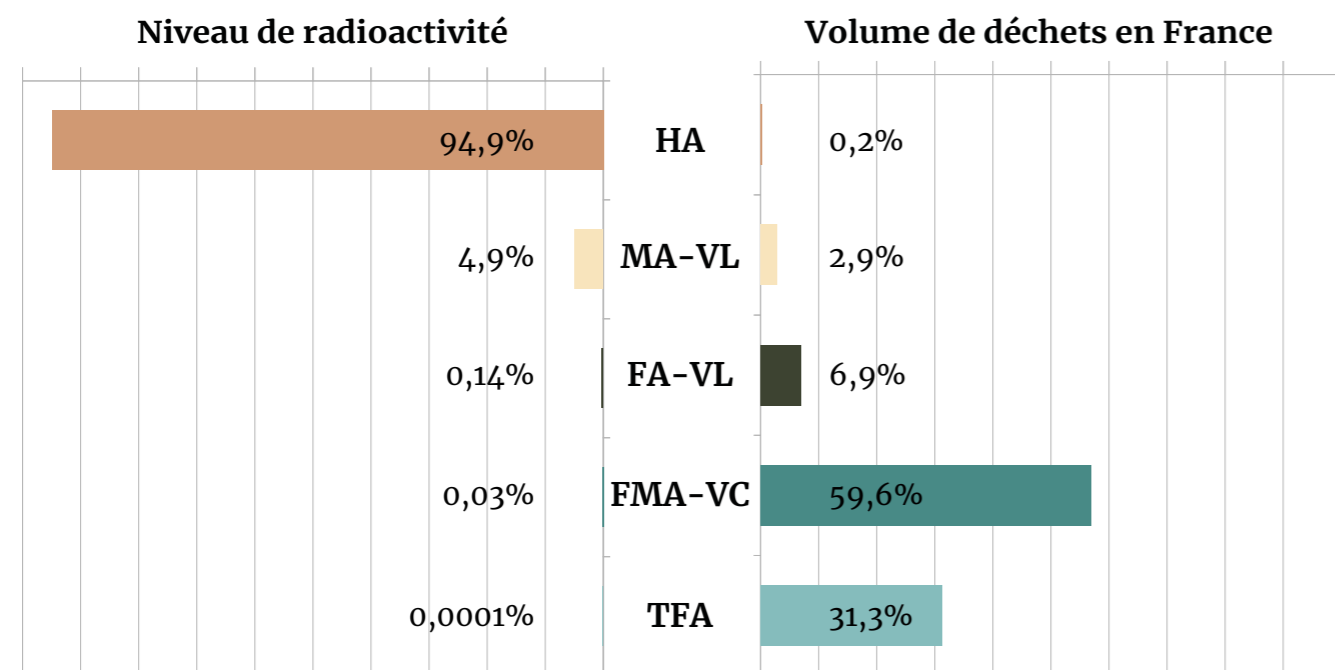
La production d'électricité est à l'origine de plus de la moitié des déchets nucléaires de tout le pays, suivis de la recherche qui l'alimente en partie. Le reste est dû à la défense, à l'industrie non électrique et au médical.

Fin 2017, toutes catégories confondues, le stock de déchets radioactifs est d'environ 1,6 million de m3, dont 3 740m3 de "déchets les plus dangereux"² (ils représentent à eux seuls 95 % de la radioactivité totale des déchets). L'ensemble de ce stock représente l'équivalent de 4 mois de la production nationale de déchets dangereux conventionnels³.

1 [LAR] - cf. annexe Bibliographie

2 [LEH]
3 [AND]

Rapports entre radioactivité et volume de déchets en 2017



Source : ANDRA

Près de chaque centrale et des centres de recherche nucléaires se trouve un lieu où entreposer ces déchets. Nous parlons de métaux qui vont mettre plusieurs décennies, siècle, parfois millénaires, avant de se stabiliser, c'est à dire de perdre leur statut de radioactif et donc leur dangerosité. Ces déchets sont classés selon activité (nombre de désintégrations radioactives par seconde, comptée en becquerels) et la période de leur activité (temps de décroissance)¹.

Statuts selon l'activité :

- très faible activité (TFA) avec une activité inférieure à 100 becquerels par gramme ;
- faible activité (FA) avec une activité comprise entre quelques centaines de becquerels par gramme et un million de becquerels par gramme ;
- moyenne activité (MA) avec une activité de l'ordre d'un million à un

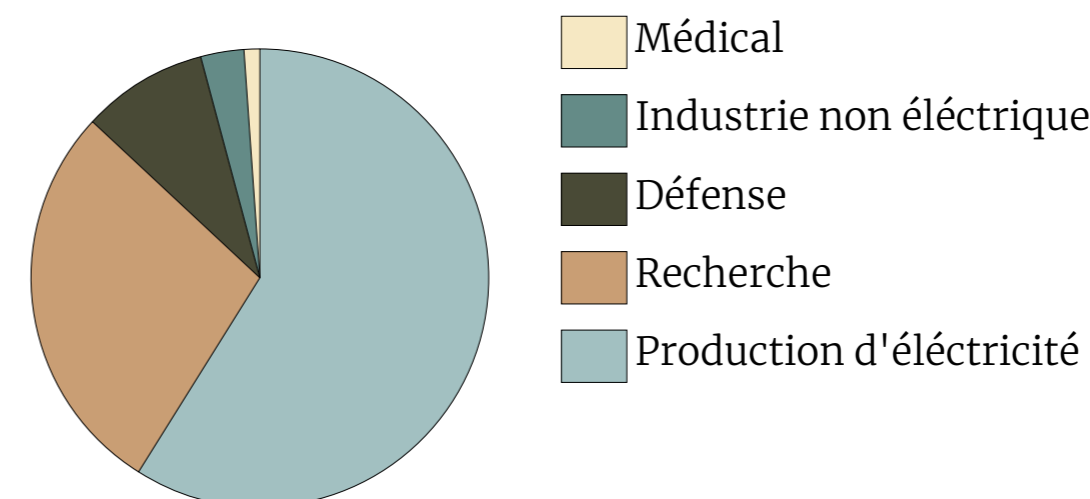
1 [AUT] - cf. annexe Bibliographie

milliard de becquerels par gramme ;
→ haute activité (HA) avec une activité de l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme.

Statuts selon la croissance :

- les déchets dits à vie très courte (VTC) qui contiennent des radionucléides dont la période est inférieure à 100 jours ;
- les déchets dits à vie courte (VC) dont la radioactivité provient principalement de radionucléides qui ont une période inférieure ou égale à 31 ans ;
- les déchets dits à vie longue (VL) qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la période est supérieure à 31 ans.

Parts de production des déchets nucléaires en 2017



Source : ANDRA

Le nucléaire n'est pas renouvelable

La France a besoin de l'ordre de 8 000 à 9 000 tonnes d'uranium naturel par an pour fabriquer son combustible¹. Il est nécessaire pour utiliser l'uranium dans un réacteur nucléaire de l'enrichir : augmenter ses isotopes fissiles. Dans la nature, l'uranium contient 0,71% d'uranium 235 ; il faut augmenter cette part à 3-4% pour obtenir une qualité suffisante pour une utilisation comme combustible dans une centrale nucléaire. Ce taux passe à 90% pour une utilisation militaire². En 2016, 32% de l'uranium national venait du Niger. Ce nombre a diminué étant donné la situation précaire dans laquelle se retrouve deux des mines de ce pays : après l'accident de Fukushima, le Japon a arrêté ses réacteurs aujourd'hui répartis et l'Allemagne prévoit une sortie du nucléaire pour 2022³.

Le nucléaire reste une énergie fossile tant qu'il est liée à l'uranium. Utilisé dans les centrales, ce combustible est présent en quantité limitée sur Terre. On estime que durant encore un siècle on pourra extraire et traiter péniblement ce matériau utilisé pour les centrales, mais aussi pour la défense et par la recherche scientifique. Toutefois, on estime que l'eau de mer contient 4 milliards de tonne d'uranium, soit suffisamment pour alimenter les centrales du monde

1 [CON1] - cf. annexe Bibliographie

2 [WIK5]

3 [AFR]

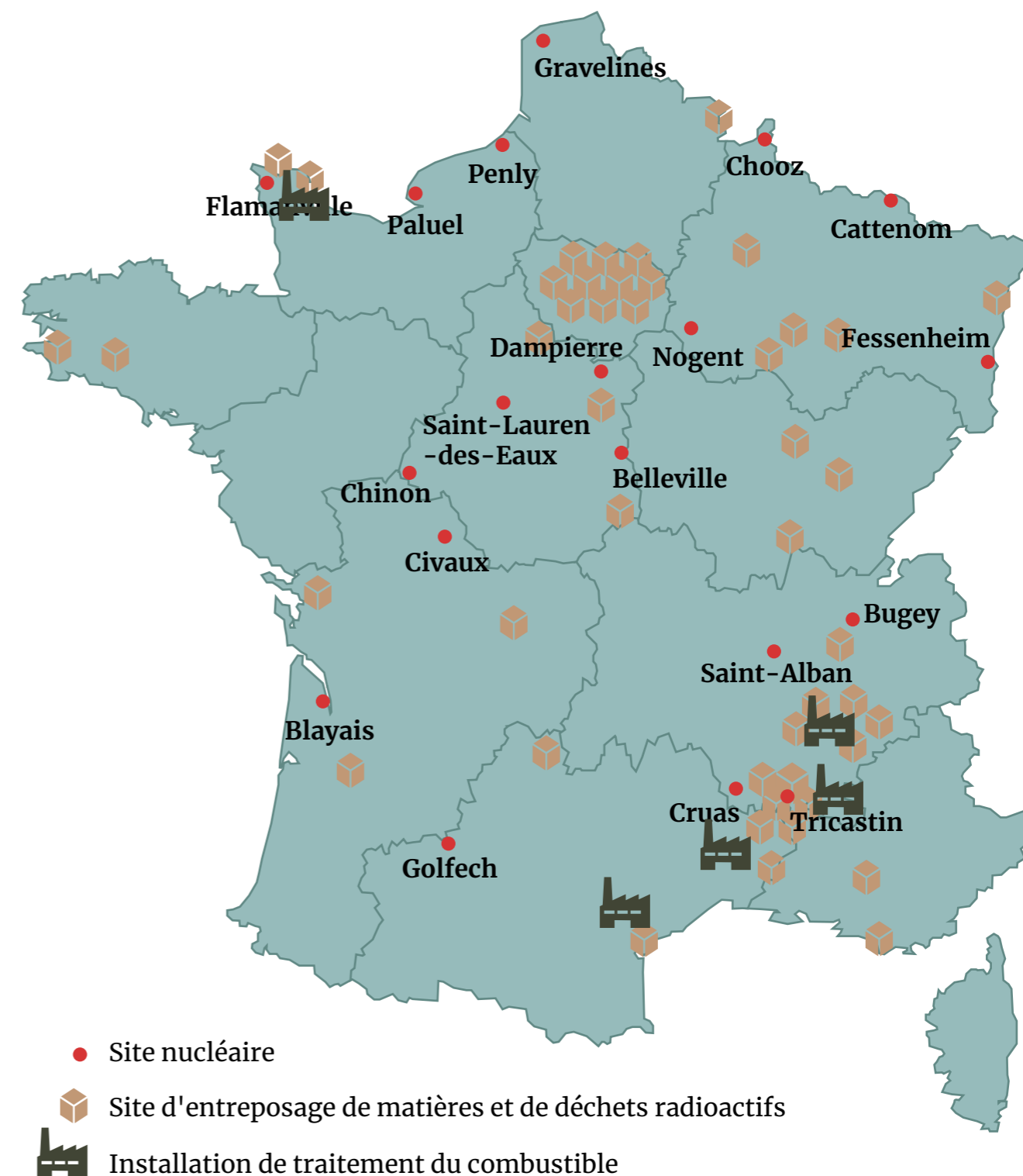
entier durant des milliers d'années. Cette extraction reste complexe et coûteuse à une échelle industrielle étant donné la faible concentration d'uranium : 3 mg par mètre cube d'eau de mer.

Si l'uranium a été plus longuement étudié que d'autres matières pour produire de l'énergie nucléaire, c'est parce qu'il permettait de développer plus rapidement l'arme atomique. Le thorium est pourtant une excellente alternative⁴ étant donné que, même s'il reste une ressource fossile, il est présent en plus grande quantité sur Terre (4 fois plus) et son utilisation produit des déchets qu'il est plus facile de gérer à long terme. Toutefois, il est plus difficile à transporter et à enrichir. En effet, le thorium n'est pas fissile et nécessite d'être transformé en uranium 235 pour fonctionner dans nos centrales actuelles. L'Inde et la Chine se sont largement intéressées au sujet tandis qu'en France le CNRS assure une veille sur le sujet⁵.

4 [DEM2]

5 [SFE2]

Carte des emplacements de traitement nucléaire



Volet économique

De 2014 à 2025, EDF estime un chiffre d'affaire de 200 milliards d'euros pour l'ensemble du parc nucléaire français. Sur cette période, 45 milliards d'euros sont investis pour la rénovation et l'amélioration de l'ensemble des installations. La société exploitante a également estimé une enveloppe pour le démantèlement à venir des réacteurs avec pour chacun 337 millions d'euros, soit un investissement total de 9,6 milliards d'euros.

Création d'emplois

Cependant définir un chiffre exact sur le nombre de personne qu'emploie la filière nucléaire est compliqué. C'est en fait le cas pour toutes les filières professionnelles : en fonction du mode de calcul choisi celui-ci tend à varier significativement. Pour ce qui est le cas de l'emploi dans le nucléaire, cette variation est également due à selon que l'on se place dans le camp des pro-nucléaire ou des anti. Ainsi en 2013, quand le réseau Sortir du nucléaire affirmait que le nucléaire employait moins de 100 000 personnes, la Société française de l'énergie nucléaire estimait, elle, ce chiffre autour de 250 000 emplois¹.

Il y a un an, suite au débat sur la programmation pluriannuelle de l'énergie

1 [DEC] - cf. annexe Bibliographie

(PPE) en mars 2018, lors duquel étaient évoqués des scénarios visant à atteindre une réduction de 50% de la part du nucléaire dans la production de l'électricité à l'horizon 2030, la syndicaliste Marie-Hélène Autissier s'inquiétait dans une tribune à Le Monde des possibles conséquences que ce projet pourrait avoir sur les emplois de la filière.

Un des scénarios proposés, définis par RTE (Réseau de transport d'électricité), préconisait la fermeture de 16 réacteurs entre 2020 et 2030. Un deuxième imaginait d'en fermer 9.

Dans sa tribune à Le Monde elle évoquait les chiffres suivants : L'industrie nucléaire française fournirait 220 000 emplois (et des emplois qualifiés pour la plupart) répartis dans plus de 25 000 entreprises. Elle serait la 3^e industrie du pays (derrière l'automobile et l'aéronautique) et exporterait de 6 à 8 milliards d'euros par an. Les PME de ce secteur important 5 à 10 fois plus que la moyenne de l'industrie française.

Aussi ces deux scénarios proposés par RTE, s'ils étaient mis en pratique, entraîneraient donc inmanquablement des pertes d'emplois. Marie-Hélène Autissier estime des suppressions d'emplois allant de 70 000 à 12 000 dans le cas du premier scénario, et de 35 000 à 65 000 dans le cas du deuxième. Ajoutant également que, à terme, cela en

viendrait à détruire la filière de recyclage de l'uranium ce qui entraînerait des conséquences sur les activités industrielles dans la vallée du Rhône et en Normandie².

Bien qu'il soit difficile d'avoir confirmation exacte de ces chiffres (du fait de la position de la personne qui les défend), ils permettent cependant de mettre en lumière le poids de la filière nucléaire sur le territoire français et le nombre important d'emploi qui en dépendent.

Efficiences

Le coût d'import de l'uranium destiné à la production d'électricité était en 2018 de 1 milliard d'euros, soit 15% du coût de production de l'année³. À côté, les matières premières nécessaires à la production des autres énergies (28,9% de la production), et en particulier le pétrole, le gaz et le charbon, coûtent 59 milliards d'euros.

La France est l'un des pays en Europe où l'électricité est la moins chère⁴ avec en juin 2019 un prix de 29,6€ par MWh⁵.

2 [AUT] - cf. annexe Bibliographie

3 [MIK]

4 [SFE1]

5 [RTE2]

L'EPR de Flamanville

Le nucléaire peut venir avec un certain coût. Et il est élevé.

Aujourd'hui, en France, un des exemples les plus frappants est le cas de l'EPR de Flamanville qui a accumulé depuis le début de sa construction, 10 ans de retard sur sa date de mise en service, et un surcoût de presque 8 milliards d'euros.

La centrale nucléaire de Flamanville a été mise en service à la fin des années 80. À l'époque elle ne possédait que 2 réacteurs produisant chacun une puissance électrique de 1300 MWe.

Au début des années 2000, EDF prévoit un possible renouvellement des centrales françaises avant 2020 et donc un probable remplacement des réacteurs REP arrivant à leur terme.

Le désastre survenu à Tchernobyl en 1986 ayant un peu refroidi la France quant à l'utilisation de l'énergie nucléaire, la construction de nouveaux réacteurs avait été cessé pendant une période de 25 ans. Mais parce que le prix du pétrole augmente et la révolution du gaz de schiste n'étant pas encore arrivée, la France voit cependant dans le nucléaire une façon d'assurer son indépendance énergétique. La technologie EPR semble alors toute désignée, car offrant une production d'énergie beaucoup plus importante que les réacteurs déjà en fonc-

tionnement dans l'hexagone et étant également plus sûre¹.

Est alors décidé (avec l'accord des autorités gouvernementales) de construire un petit frère aux réacteurs 1 et 2 de Flamanville ; un EPR dont la mise en service serait prévue pour 2012². La technologie EPR ou "nucléaire de 3^e génération" est une évolution des réacteurs à eau sous pression (REP).

Les EPR permettraient d'apporter une meilleure protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants et de réduire le risque d'accidents graves et majeurs³ ; par une multiplication des systèmes de sauvegarde pour refroidir le cœur du réacteur en cas de défaillance ainsi qu'une coque de protection en acier et en béton et un récupérateur de corium qui, en cas d'accident grave, viserait à en réduire les conséquences⁴.

Outre une meilleure sécurité, les EPR sont également étudiés pour produire 22% d'électricité de plus qu'un réacteur traditionnel, à partir de la même quantité de combustible nucléaire⁵ : 1650 mégawatts quand les réacteurs les plus puissants en France produisent eux, une

1 [FIG], [DEM1] - cf. annexe Bibliographie

2 [WIK3], [WIK4]

3 [IRS4]

4 [AFP1]

5 [EDF3]

puissance électrique de 1450 MWe).

Cependant, le nouveau réacteur de Flamanville commence vite à jouer de malchance : un an avant même que ne commence sa construction, des dizaines de milliers de personnes manifestent pour s'opposer à ce projet, Greenpeace France également lance une campagne "EDF demain j'arrête". Manifestations qui reprendront l'année d'après.

En avril 2007 EDF commence à construire l'installation nucléaire pour le nouveau réacteur, quelques jours après seulement, le chantier subit une action de blocage menée par Greenpeace⁶.

Dès le début, la facture augmente sensiblement à cause de difficultés rencontrées pour creuser le tunnel d'évacuation des eaux de refroidissement⁷.

En mars 2011 survient le tsunami qui causa la catastrophe nucléaire de Fukushima. En conséquence, l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire), qui se

montre davantage intransigente dans ses contrôles, ses inspections sur les soudures, les équipements, etc. entraînent de nouveaux travaux et donc de nouveaux retards dans le chantier, certains ayant dû être refaits⁸.

En 2008 par exemple, suite à une de ces inspections, des experts de l'ASN émettent des doutes sur le socle, pointant des "insuffisances dans le contrôle technique". Deux mois plus tard, les opérations de bétonnage sont suspendues à cause des fissures. En 2012, ce sont des défauts de qualité sur des pièces du pont roulant qui sont remarquées, suspendant le chantier pour quelques mois, le temps de refabriquer certains éléments⁹.

Par la suite, en 2015 seront constatées des anomalies sur la composition de l'acier de la cuve et du couvercle du réacteur qu'une trop grande concentration en carbone rendrait trop peu sûrs. La cuve étant un élément très important en terme de sécurité, car contenant le réac-

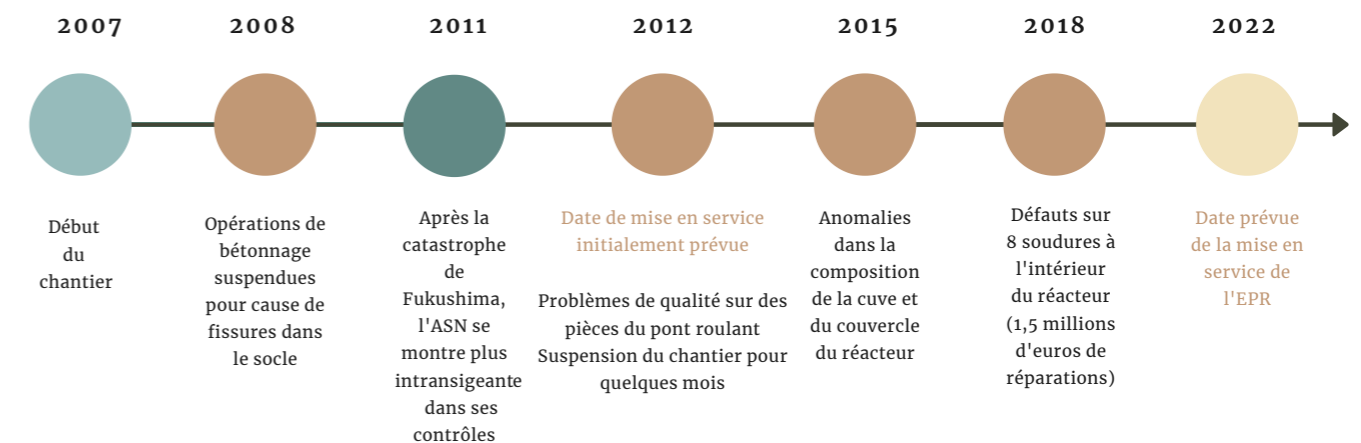
6 [WIK3] - cf. annexe Bibliographie

7 [DEM1]

8 [FIG]

9 [DEM1]

Historique des événements à Flamanville



teur et assemblages combustibles où à lieu la réaction nucléaire, L'ASN exigera que ce couvercle soit remplacé avant fin 2024.

De plus, en 2018, des problèmes au niveau des soudures seront notés dans la grande structure de béton servant à retenir les éléments radioactifs en cas d'accident. Parce que cela concerne 8 soudures difficilement accessibles, le coût de la réparation s'estime à 1,5 million d'euros.

Aujourd'hui l'estimation du coût de l'EPR de Flamanville s'élève à 12,4 milliards d'euros, soit trois fois plus que le prix initialement prévu. Sa mise en fonctionnement, initialement prévue pour 2012, est maintenant annoncé pour l'an 2022¹⁰.

Ces nombreuses complications et contretemps peuvent sans doute s'expliquer en partie par le fait qu'un réacteur EPR est plus complexe à construire qu'un autre (car contenant deux fois plus de béton et quatre fois plus de ferrailage) et par le manque de compétences de la France dans ce domaine (le dernier chantier de réacteur nucléaire ayant eu lieu il y a plus de vingt-cinq ans)¹¹.

Du fait de ces délais et surcoûts importants, le rapport d'audit remis au gouvernement en octobre dernier qualifiait le projet d' "échec" au vu des défaillances techniques et industrielles dans la mise en œuvre de cette technologie pour EDF, relevant notamment ; l'

10 [AFP1] - cf. annexe Bibliographie
11 [FIG], [DEM1]

"irréalisme des estimations initiales", une "perte de compétences généralisée", de "mauvaises relations entre EDF et ses sous-traitants" un "manque de culture et de qualité" et une "gouvernance de projet inappropriée"¹².

Ailleurs

L'EPR de Flamanville devait également être une vitrine à l'international pour le nucléaire français. La France comptait exporter des dizaines de réacteurs de cette technologie dans le monde. Mais suite aux différentes et importantes complications du chantier, les perspectives d'exportation de réacteurs français semblent réduites.

De plus, le fiasco de l'EPR de Flamanville n'est pas un cas isolé : en Finlande, premier client étranger d'EDF, un réacteur de cette technologie est également en construction sur l'île d'Olkiluoto. Le chantier lancé en 2005 aurait accumulé contretemps et surcoûts, obligeant à repousser sa mise en service en 2020, soit 10 ans de retard sur les estimations initiales.

En Angleterre, ce sont deux réacteurs de technologie EPR qui sont en construction sur la côte du Somerset dans la centrale de Hinkley Point. EDF a récemment annoncé un retard d'environ un an sur leur mise en service (plus de 15 mois de retard pour le premier réacteur, plus de 9 mois pour le second) et un surcoût de

12 [EMM], [AFP1], [ABO]

2,15 à 3,3 milliards d'euros.

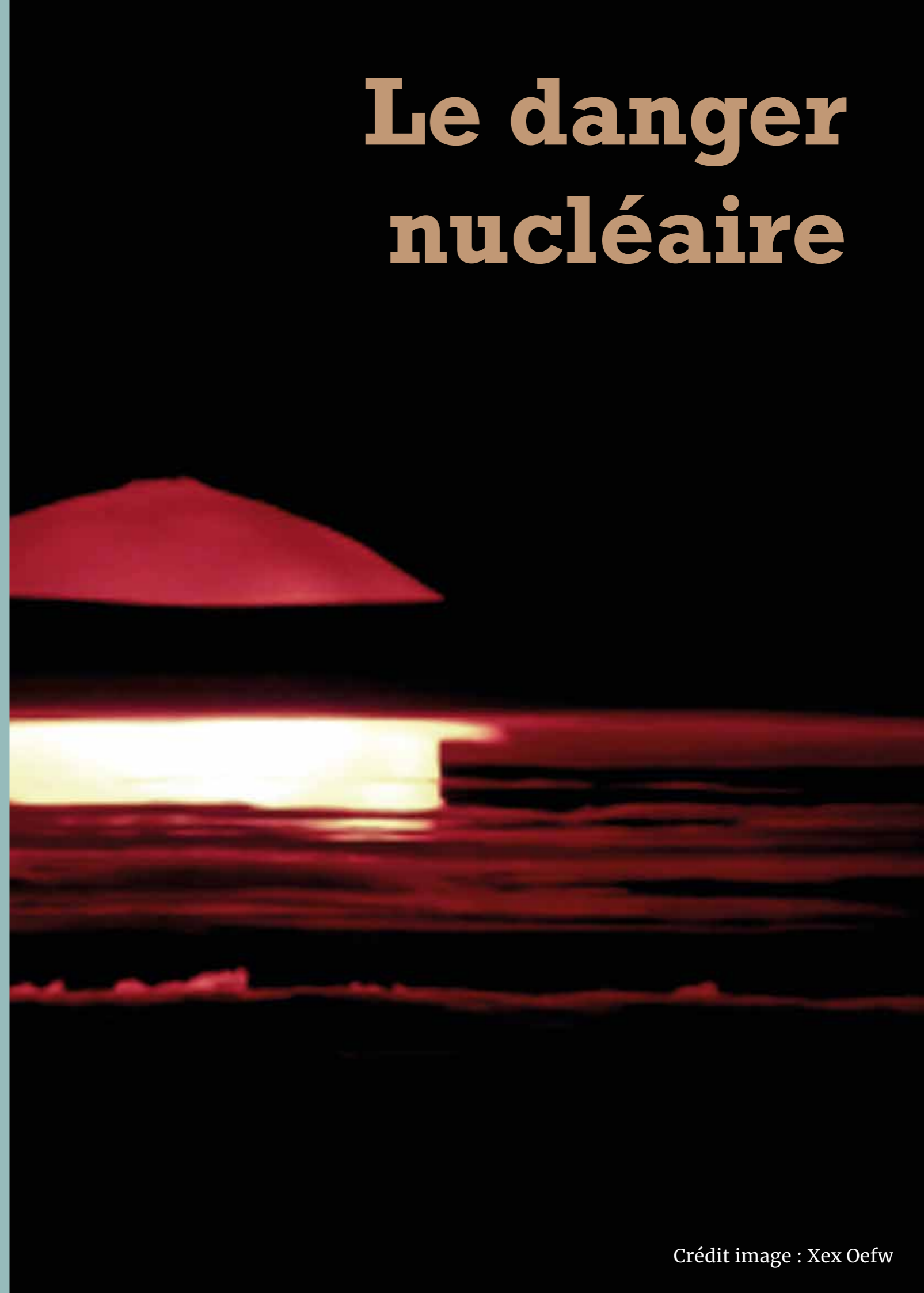
Deux EPR ont également été commandés par la Chine dans le district de Taishan. Le chantier a débuté en 2009 et Taishan 1 a été le premier réacteur de technologie EPR au monde à fonctionner (en 2018). Le deuxième réacteur de Taishan est aussi entré en service en 2019.

Pourtant, force est de constater que ces contretemps et surcoûts semblent inhérents aux chantiers de réacteurs EPR n'ont pas refroidi l'intégralité des pays de la planète puisque EDF a également signé un accord pour la construction de six réacteurs EPR en Inde pour un projet de centrale à Jaitapur, et que le groupe discute également de possibles projets avec des pays européens comme la République tchèque ou la Pologne¹³.

13 [AFP1] - cf. annexe Bibliographie

Les risques d'inondation et de séisme sont bien réels. La centrale de Cruas a été arrêtée après le séisme survenu lundi 11 novembre 2019¹. Durant la tempête de 1999, les systèmes de sécurité de la centrale de Blayais ont été inondés².

Le danger nucléaire



1 [FRA] - cf. annexe Bibliographie

2 [IRS5]

Niveaux de danger

Les niveaux de danger dans les centrales nucléaires sont définis sur une échelle de 0 à 7. Si les incidents de niveaux 0, 1 et 2 (écarts, anomalies et incidents) se comptent en France par centaine au cours d'une année, les incidents de niveaux 3 et 4 sont eux en revanche beaucoup plus rares ; on ne déplore que deux accidents de niveau 4 (accidents n'entraînant pas de risque en dehors du site) et seulement 2 de niveau 3 (incidents graves)¹.

contrôles sont satisfaisants, une nouvelle autorisation de fonctionnement est donnée pour une période de 10 ans². Sinon, des réparations sont effectuées, puis de nouveaux tests ont lieu avant une remise en service pour une décennie.

Éviter la catastrophe

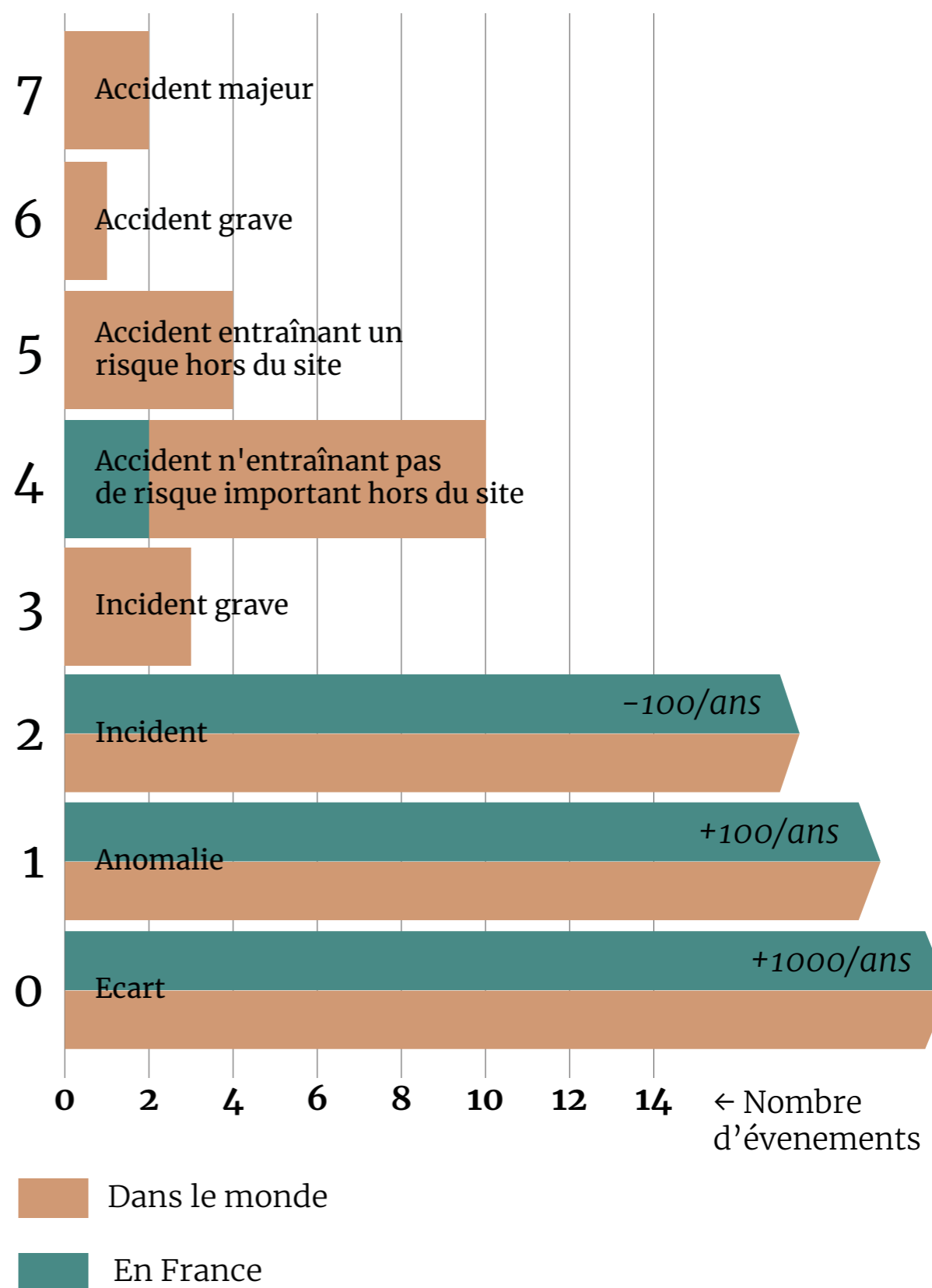
Les réacteurs nucléaires ont été conçus pour fonctionner au moins 40 ans. À l'issue des premiers tests concluants, chaque réacteur reçoit une autorisation de fonctionnement pour 10 ans. À l'issue de ces 10 années, une visite décennale est organisée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour effectuer des contrôles et confirmer le niveau de sûreté de l'installation. Si tous les

1 [IRS2] - cf. annexe Bibliographie

2 [IRS1]

Rapports d'évènements entre les niveaux de danger

↓ Niveau de danger



Sources : IRSN, Wikipédia, ASN

Les risques d'inondation et de séisme sont bien réels¹. La centrale de Cruas a été arrêtée après le séisme survenu lundi 11 novembre 2019. Durant la tempête de 1999, les systèmes de sécurité de la centrale de Blayais ont été inondés.

En cas d'incident majeur, personne ne serait à l'abris en France. L'accident de Tchernobyl a entraîné des retombées radioactives jusqu'à 300km de la centrale. On compte 100km pour le centrale Fukushima.

Zone de sécurité

Actuellement, le plan particulier d'intervention (PPI) peut être déployé par l'État en cas d'accident grave qui pourrait échapper à l'enceinte d'une centrale. Il s'agit d'une zone de 10km autour du site. L'ONG GreenPeace demande son extension à 80km.

1 [NED] - cf. annexe Bibliographie

C'est dans cette même zone que sont distribués gratuitement des comprimés d'iode censés protéger la thyroïde, particulièrement développée chez les enfants. L'objectif de ces comprimés étant de saturer la glande.

En effet, la radioactivité est particulièrement vicieuse étant donné que certains de ses composants sont proches de ceux utilisés par l'organisme humain. C'est le cas entre autres de l'iode, du calcium, du sodium qui vont respectivement se fixer dans la thyroïde, les os et les muscles. Le corps va confondre ces éléments et les utiliser, ce qui cause des cancers.²

En cas d'incident majeur, personne ne serait à l'abris en France. L'accident de Tchernobyl a entraîné des retombées radioactives jusqu'à 300km de la centrale. On compte 100 km pour le centrale Fukushima³.

2 [BRO]

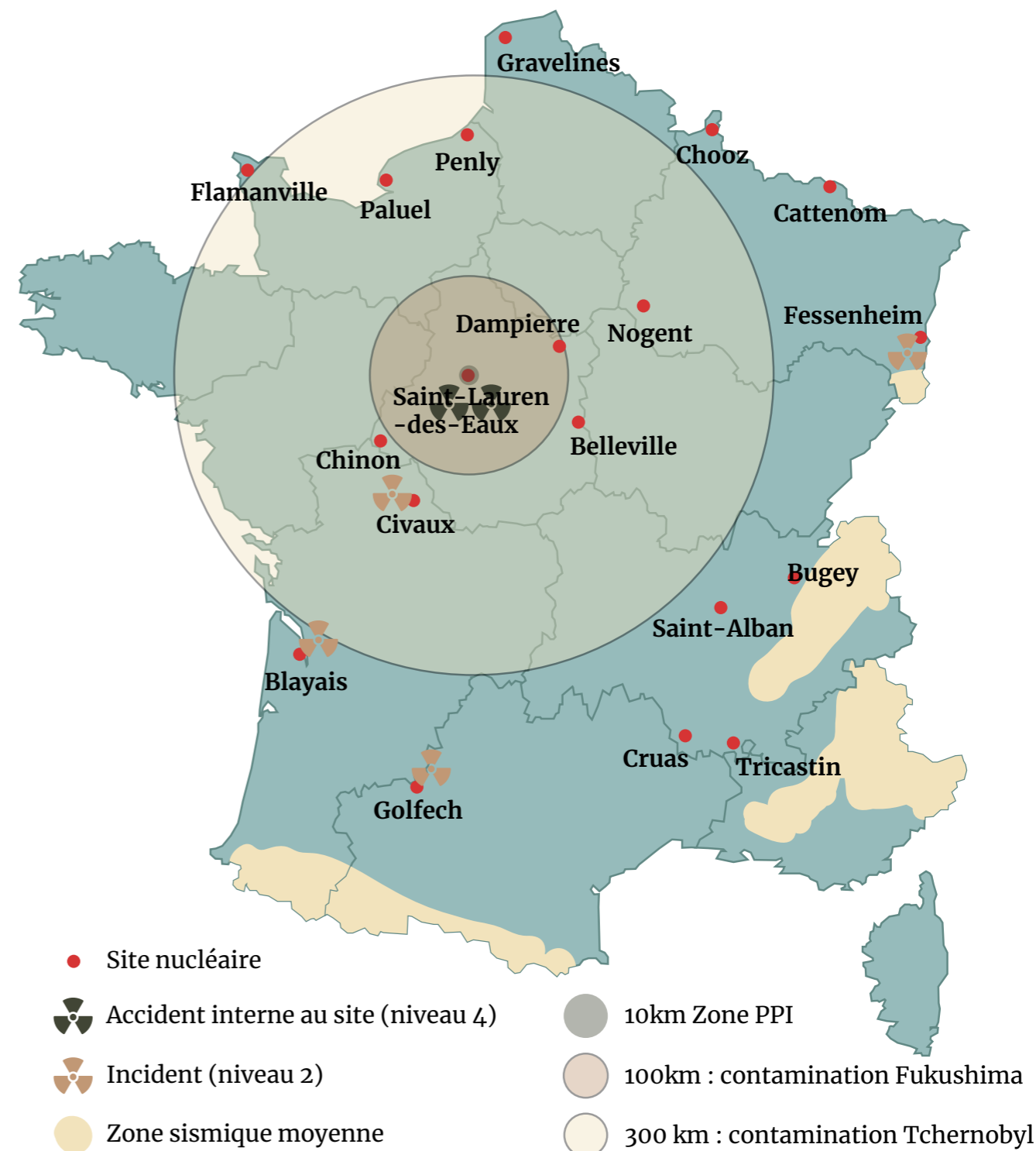
3 [WIK6]

Exemples d'événements nucléaires en France

Centrale	Niveau	Événement	Date
Saint-Lauren-des-eaux	4	Fusion de cinq éléments combustibles dans le réacteur A1	17/10/1969
Saint-Lauren-des-eaux	4	Fusion de 20 kg d'uranium et entraîne l'arrêt d'urgence du cœur	13/03/1980
Golfech	2	mouvements d'eau non maîtrisés dans le circuit primaire	11/10/2019
Fessenheim	2	Surchauffe due à la canicule	01/08/2003
Blayais	2	Systèmes de sécurité inondés	27/12/1999
Civaux	2	Perte de réfrigérant suite à une rupture de canalisation	25/08/2019

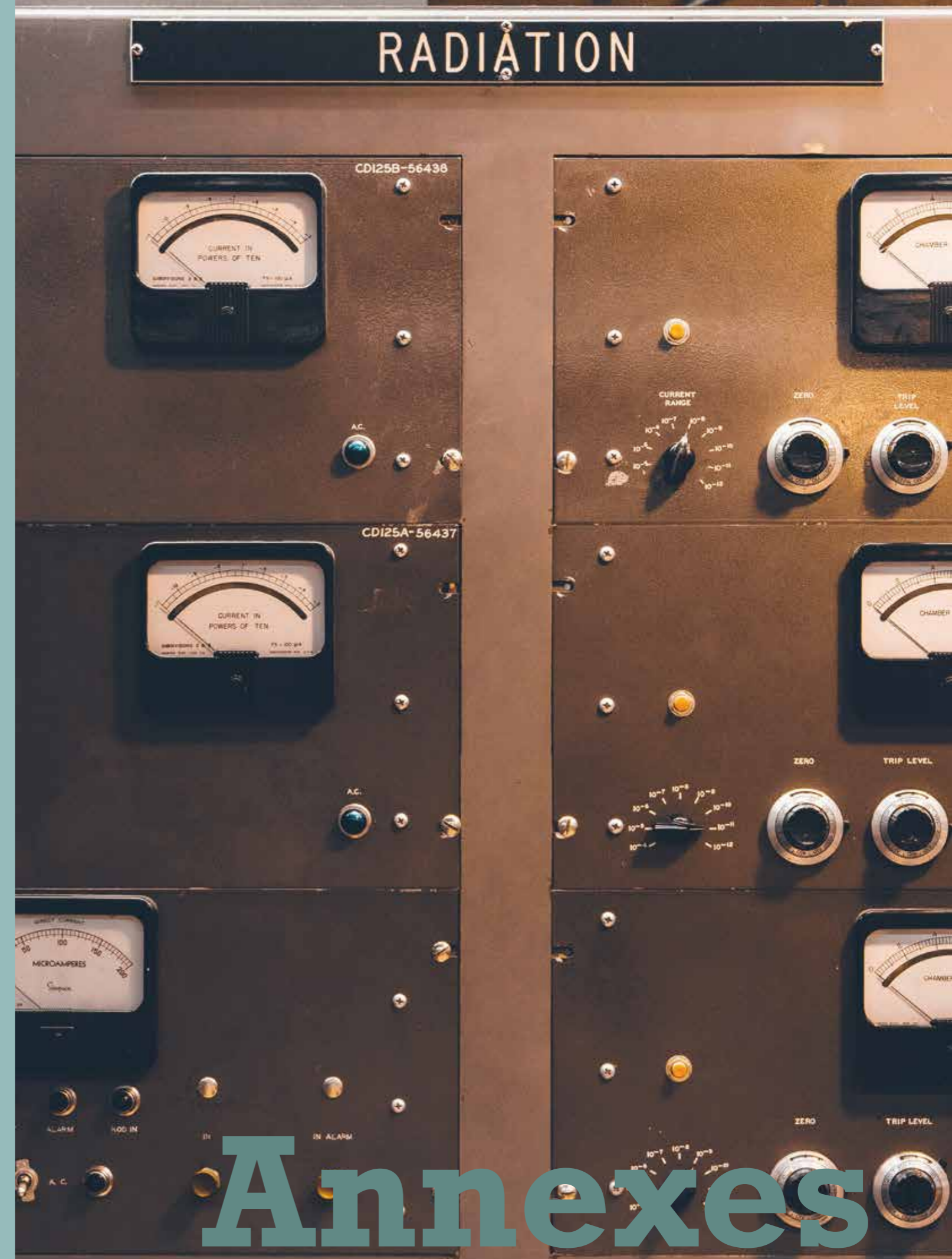
Sources : Wikipédia, ASN

Rapports d'événements entre les niveaux de danger



Sources : Wikipédia, ASN, georisques.gouv.fr

Ce dossier a été réalisé dans le cadre d'un exercice de data journalisme au sein de la licence professionnelle MIND, à l'IUT Bordeaux-Montaigne (promotion 2019-2020).



Bibliographie

- * [ABO] ABOIRON, Jérémie. 12/11/2019. Savoir-faire industriel : la filière nucléaire doit s'inspirer de l'aéronautique *La Tribune*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/savoir-faire-industriel-la-filiere-nucleaire-doit-s-inspirer-de-l-aeronautique-832817.html>. Cette tribune remet en question le chantier de Flamanville et le savoir faire de EDF et plus généralement de la France dans un rapport officiel.
- * [AFP1] AFP 28/10/2019. EPR de Flamanville : retour sur un fiasco *Le dauphiné*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.ledauphine.com/france-monde/2019/10/09/epr-de-flamanville-retour-sur-un-fiasco>. Cette tribune remet en question le chantier de Flamanville et le savoir faire de EDF et plus généralement de la France dans un rapport officiel.
- * [AFP2] AFP 05/12/2019. À 50 ans, Beznau, la plus vieille centrale nucléaire d'Europe, se défend d'être obsolète *La Croix*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.la-croix.com/Economie/A-50-ans-Beznau-vieille-centrale-nucleaire-Europe-defend-etre-obsolete-2019-12-05-1301064603>. Cet article évoque la centrale nucléaire la plus vieille d'Europe, les modalités et l'importance de son entretien.
- * [AFR] RÉDACTION AFRIQUE FRANCE TÉLÉVISIONS 25/10/2019. Niger : les mines d'uranium ne sont plus rentables, victimes de l'effondrement des cours mondiaux *Franceinfo*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/niger/niger-les-mines-d-uranium-ne-sont-plus-rentables-victimes-de-leffondrement-des-cours-mondiaux_3675011.html. Cet article présente les difficultés que traversent les mines d'uranium du Niger suivant la géopolitique nucléaire mondiale.
- * [AND] ANDRA 2018. Inventaire national des matières et déchets radioactifs *ANDRA*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/documents/pdf/fr/andra-synthese-2018-web.pdf>. Ce rapport rapporte l'état du traitement de déchets nucléaires sur le territoire français.
- * [ASN] ASN 06/02/2018. La sûreté des centrales nucléaires *ASN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.asn.fr/Informer/Dossiers-pedagogiques/La-surete-des-centrales-nucleaires/Le-parc-francais-des-centrales-nucleaires>. Cet article revient sur les mesures engagées par l'Agence de Sûreté Nucléaire pour le parc nucléaire français.
- * [AUT] AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ÉNERGIE ET DU CLIMAT 03/2019. Synthèse du dossier du maître d'ouvrage pour le débat public sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs *Autorité de sûreté nucléaire et Direction générale de l'énergie et du climat*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://pngmdr.debatpublic.fr/images/DMO-synthese/PNGMDR-Synthese-presentation.pdf>. Ce rapport rapporte l'état du traitement

de déchets nucléaires sur le territoire français.

- * [AUT] AUTISSIER, Marie-Hélène. 23/11/2018. « Tout le monde n'est pas d'accord pour réduire la part du nucléaire » *Le Monde*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2018/11/23/tout-le-monde-n-est-pas-d-accord-pour-reduire-la-part-du-nucleaire_5387742_3232.html. Cet article défend la position du nucléaire comme porteur d'emploi.
- * [BRO] BROM, Jean-Marie. 13/01/2016. Distribution d'iode contre l'accident nucléaire ? *Mediapart*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://blogs.mediapart.fr/jean-marie-brom/blog/130116/distribution-diode-contre-laccident-nucleaire>. Cet article évoque les conditions de sécurité pour la radioactivité ainsi que ses dangers.
- * [CEA] CEA 01/09/2016. Les sources d'énergie *CEA*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <http://www-fusion-magnetique.cea.fr/energies/energie02.htm>. Cette page présente l'efficacité de l'énergie nucléaire comparée à d'autres combustibles.
- * [CON1] CONNAISSANCEDESENERGIES.ORG 09/09/2019. D'où vient l'uranium naturel importé en France ? *Connaissancedesenergies.org*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.connaissancedesenergies.org/d-ou-vient-l-uranium-naturel-importe-en-france-140512>. Cet article présente le total et la provenance de l'uranium.
- * [CON2] CONNAISSANCEDESENERGIES.ORG. Principes de fonctionnement d'un réacteur nucléaire *Connaissancedesenergies.org*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/principes-de-fonctionnement-d-un-reacteur-nucleaire>. Cette page présente le fonctionnement d'un réacteur nucléaire et les différentes techniques.
- * [DEC] LES DÉCODEURS 11/02/2013. L'insaisissable poids de la filière nucléaire sur le marché de l'emploi *Le Monde*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.lemonde.fr/blog/decodeurs/2013/02/11/linsaisissable-poids-de-la-filiere-nucleaire-sur-le-marche-de-lemploi/>. Cet article présente les liens entre l'emploi en France et le nucléaire.
- * [DEM1] DEMOUX, Pierre. 28/06/2017. Retards, surcoûts et anomalies : l'histoire mouvementée de l'EPR de Flamanville *Les Echos*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.lesechos.fr/2017/06/retards-surcouts-et-anomalies-lhistoire-mouvementee-de-lepr-de-flamanville-174710>. Cette article revient sur les problématiques rencontrées par l'équipe technique de Flamanville.
- * [DEM2] DE MESTRAL, Jean-Christophe. 29/03/2011. Une alternative au nucléaire: la filière du thorium *Le Temps*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.letemps.ch/opinions/une-alternative-nucleaire-filiere-thorium-0>. Cet article présente la technique nucléaire avec le thorium comme remplaçant de l'uranium.
- * [EDF1] EDF. Le nucléaire en chiffres *EDF*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-nucleaire-en-chiffres>. Cette page

résume l'infrastructure nucléaire en France, sa production.

- * [EDF2] EDF. L'uranium : le combustible nucléaire *EDF*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/l-uranium-le-combustible-nucleaire>. Cet article présente le traitement de l'uranium au sein des réacteurs nucléaires.
- * [EDF3] EDF. L'EPR *EDF*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/l-epr>. Cette page présente les objectifs de la génération de réacteur nucléaires EPR.
- * [EDF4] EDF 13/05/2015. Comment la fission de l'uranium permet le fonctionnement d'une centrale nucléaire *EDF*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=I09DhTubNqE>. Cette vidéo présente en détail le fonctionnement d'une centrale nucléaire REP.
- * [EMM] EMMANUEL, Laurentin. 28/10/2019. EPR : le nucléaire à tout prix ? *France Culture*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.franceculture.fr/emissions/le-temps-du-debat/epr-le-nucleaire-a-tout-prix>. Cet émission revient sur le sujet de la centrale nucléaire Flamanville suite aux nombreuses difficultés rencontrées au sujet de sa construction et des dangers que pose le nucléaire.
- * [ERN] ERNER, Guillaume. 2019. L'EPR : le nucléaire c'est cher et ça ne fonctionne pas *France Culture*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.franceculture.fr/emissions/superfail/superfail-du-lundi-4-novembre-lepr-le-nucleaire-cest-cher-et-ca-ne-fonctionne-pas>. Cet émission revient sur le sujet de la centrale nucléaire Flamanville suite aux nombreuses difficultés rencontrées au sujet de sa construction et des dangers que pose le nucléaire.
- * [FIG] FIGARO28/06/2019. EPR de Flamanville: pourquoi le chantier a pris 10 ans de retard et 8 milliards de surcoût *Figaro*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=FAiJPqXjIpo>. Cette vidéo revient sur les problématiques rencontrées par l'équipe technique de Flamanville.
- * [FRA] FRANCE 312/11/2019. Séisme : les centrales nucléaires sous surveillance *Franceinfo*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.francetvinfo.fr/meteo/seisme/seisme-les-centrales-nucleaires-sous-surveillance_3700103.html. Dans cet article est évoqué l'arrêt de la centrale de Cruas suite au tremblement de terre du lundi 11 novembre.
- * [GEO] GEORISQUES.GOUV.FR2011. Zonage sismique de la France *Georisques.gouv.fr*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.georisques.gouv.fr/articles/zonage-sismique-de-la-france>. Cette page présente les risques sismiques en France.
- * [GRE] GREENPEACE. Risques nucléaires : tous concernés ! *Greenpeace*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.greenpeace.fr/carte-risques-nucleaires>. Cette page propose une carte de France permettant de découvrir selon son code postal les dangers nucléaires à proximité selon les précédentes

catastrophes nucléaires.

- * [IRS1] IRSN. Quelle est la durée de vie d'une centrale ? *IRSN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.irsn.fr/FR/connaissances/faq/Pages/duree_de_vie_d_une_centrale.aspx. Cet article indique la durée de vie d'une centrale ainsi que les modalités de vérification.
- * [IRS2] IRSN. L'échelle INES Les critères de classement *IRSN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/echelle-ines/Pages/1-criteres-classement.aspx?dId=8a15297f-e5f9-42cd-9765-ed2049203773&dwId=a1de7c68-6d78-4537-9e6a-e2faebed3900#.XfIyomRKiUl. Cet article présente l'échelle de gravité des accidents nucléaires.
- * [IRS3] IRSN. L'échelle INES Incidents et accidents *IRSN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/echelle-ines/Pages/2-Incidents-accidents.aspx?dId=8a15297f-e5f9-42cd-9765-ed2049203773&dwId=a1de7c68-6d78-4537-9e6a-e2faebed3900#.XfIzk2RKiUl. Cet article présente quelques exemples de l'histoire et en France en matière d'incidents et accidents nucléaires.
- * [IRS4] IRSN. Présentation et historique du projet EPR *IRSN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-centrales-nucleaires/reacteur-epr/Pages/1-presentation-historique-EPR-Flamanville.aspx#.XfJEA2RKiUl. Cette page présente les objectifs de la génération de réacteur nucléaires EPR.
- * [IRS5] IRSN01/02/2002. L'inondation de la centrale du Blayais en décembre 1999 *IRSN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Communiqués_et_dossiers_de_presse/Pages/inondation_centrale_Blayais_0999.aspx. Cette page présente les documents relatifs à l'incident dans la centrale de Blayais en 1999 suite à la tempête.
- * [LAR] LARADIOACTIVITE.COM. Durée des déchets *Laradioactivite.com*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse http://www.laradioactivite.com/site/pages/Duree_Dejets.htm. Cet article présente l'historique de stabilisation des déchets radioactifs engendrés par la fission nucléaire.
- * [LEH] LE HIR, Pierre. 11/06/2019. Le lent poison des déchets radioactifs « oubliés » qui contaminent les sols français *Le Monde*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/06/11/la-contamination-sans-fin-des-dejets-radioactifs-oublies_5474470_3244.html. Cet article évoque le sort et les dangers de déchets nucléaires en France.
- * [LEW] LEWINER, Colette. 22/11/2019. « Il faut reconstruire d'urgence une filière nucléaire d'excellence » *Le Monde*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/11/22/il-faut-reconstruire-d-urgence-une-filiere-nucleaire-d-excellence_6020170_3232.html. Dans cette tribune Colette Lewiner présente ses vœux pour l'avenir du nucléaire en France.
- * [MIK] MIKLOS, Gaspar. 2018. URAM 2018 : les hauts et les bas — les paramètres

économiques de l'extraction d'uranium *IAEA*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.iaea.org/fr/newscenter/news/uram-2018-les-hauts-et-les-bas-les-parametres-economiques-de-lextraction-duranium>. Cet article présente la courbe de production de l'uranium et ses différents destinations.

- * [NED] NEDELEC, Gabriel. 13/11/2019. Inondations, agressions... ces autres risques qui pèsent sur le nucléaire français *Les Echos*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/inondations-agressions-ces-autres-risques-qui-pesent-sur-le-nucleaire-francais-1147278>. Cet article présente les différents dangers du nucléaires en France.
- * [NOU] NOUYRIAT, Vincent. 21/10/2011. Nucléaire sans uranium : plus sûr et plus propre *Science & vie*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.science-et-vie.com/archives/plus-sur-plus-propre-et-pourtant-ignore-depuis-50-ans-le-nucleaire-sans-uranium-35313>. Cet article présente des alternatives à l'uranium et pouvant également provoquer la fission nucléaire.
- * [ORA] ORANO. Tout savoir sur l'uranium ? *ORANO*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://orano.group/fr/decodage/tout-savoir-sur-l%E2%80%99uranium->. Cette page présente l'efficacité de l'énergie nucléaire comparée à d'autres combustibles.
- * [RTE1] RTE2018. Bilans électriques nationaux *RTE*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://bilan-electrique-2018.rte-france.com/thermique/>. Dans ce bilan est présenté la consommation, les combustibles et installations du parc électrique français dans le domaine des centrales thermiques.
- * [RTE2] RTE06/2019. Le mensuel de l'électricité *RTE*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://www.rte-france.com/sites/default/files/aperçu_energie_elec_2019_06.pdf. Ce document présente l'ensemble des statistiques relatives à la production d'énergie en France.
- * [SFE1] SFEN. Le nucléaire en France *SFEN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <http://www.sfen.org/energie-nucleaire/panorama-nucleaire/nucleaire-france>. Cet article présente la caractéristique compétitif du nucléaire dans l'économie européenne et mondiale.
- * [SFE2] SORIN, Francis. 09/04/2015. Le combustible nucléaire : une ressource infinie ? *SFEN*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <http://www.sfen.org/rgn/combustible-nucleaire-ressource-infinie>. Cet article présente la ressource potentielle qu'est le thorium en comparaison avec l'uranium.
- * [SOR] SORTIRDUNUCLEAIRE.ORG. Nucléaire : danger permanent *Sortirdunucleaire.org*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://www.sortirdunucleaire.org/local/cache-vignettes/L100xH3508/carte-france806d-e3ef1.jpg?1558707505>. Cette carte présente l'ensemble des dangers lié à l'exploitation nucléaire en France, mais aussi les facteurs de danger externes.
- * [WAK] WAKIM, Nabil. 09/10/2019. Nucléaire : l'EPR de Flamanville coûtera au moins 12,4 milliards d'euros *Le Monde*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à

l'adresse https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/10/09/nucleaire-l-epr-de-flamanville-coutera-1-5-milliard-d-euros-de-plus-que-prevu_6014777_3234.html. Cet article revient sur le chantier de Flamanville, les coûts et techniques du chantier.

- * [WIK1] WIKIPÉDIA. Énergie en France *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_en_France. Cet page présente les chiffres, l'historique et le modalité de production d'énergie en France.
- * [WIK2] WIKIPÉDIA. Énergie nucléaire *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_nucl%C3%A9aire. Cette page présente l'énergie nucléaire, son fonctionnement, son histoire.
- * [WIK3] WIKIPÉDIA. Centrale nucléaire de Flamanville *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Centrale_nucl%C3%A9aire_de_Flamanville. Cet page présente les chiffres, l'historique de la centrale nucléaire de Flamanville et de ses réacteurs.
- * [WIK4] WIKIPÉDIA. Réacteur à eau pressurisée *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9acteur_%C3%A0_eau_pressurisé%C3%A9e. Cet page présente les fonctionnement et l'historique des réacteurs REP.
- * [WIK5] WIKIPÉDIA. Enrichissement de l'uranium *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Enrichissement_de_l%27uranium. Cet article présente la composition de l'urnaium et les techniques d'enrichissement du métal selon ses usages.
- * [WIK6] WIKIPÉDIA. Zone d'exclusion nucléaire *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Zone_d%27exclusion_nucl%C3%A9aire. Cette page présente l'étendue des zones de protection pour les deux catastrophes nucléaires mondiales.
- * [WIK7] WIKIPÉDIA. Liste des réacteurs nucléaires en France *Wikipédia*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_r%C3%A9acteurs_nucl%C3%A9aires_en_France. Cette page liste l'ensemble des réacteur nucléaires en France et leurs caractéristiques, qu'ils soient ou non en activité.
- * [MAS] MASSEMIN, Émilie. 23/10/2018. Les déchets radioactifs s'entassent partout en France *Reporterre.net*. [en ligne], [Consulté le 04/12/2020] Disponible à l'adresse <https://reporterre.net/CARTE-EXCLUSIVE-Les-dechets-radioactifs-s-entassent-partout-en-France>. Cette page présente l'emplacement des zone de stockage de déchets nucléaires.



Cette oeuvre, ses images et textes, sont sous licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International. Pour accéder à une copie de cette licence, merci de vous rendre à l'adresse suivante <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> ou envoyez un courrier à Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.